

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 16 516.9

Anmeldetag: 09. April 2003

Anmelder/Inhaber: Alcan Technology & Management AG,
Neuhausen/CH

Bezeichnung: Hohlprofil od. dgl. Werkstück sowie Verfahren zu
seiner Herstellung

Priorität: 17.02.2003 DE 103 06 749.3

IPC: F 16 S 3/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Hoiß

HIEBSCH BEHRMANN
PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

Antrag auf Erteilung eines Patents
Request for grant of a patent

Unser Zeichen: **AL2371DE3**
H/mü

(31) **Prioritätsnummer / Priority Application Number:** **10306749.3**

(32) **Prioritätstag / Priority Date:** **17.02.03**

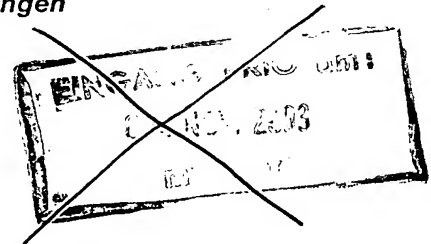
(33) **Prioritätsland / Priority Country:** **Deutschland**

(54) **Titel / Title:** **Hohlprofil od.dgl. Werkstück sowie Verfahren zu seiner Herstellung**

(71) **Anmelder/in / Applicant:** **Alcan Technology & Management AG**
Badische Bahnhofstr. 16
CH-8212 Neuhausen

(73) **Erfinder / Inventor:** **1. Valentin Chitic;**
2. Peter Kohler.

(74) **Vertreter / Agent:** **Dipl.-Ing. Gerhard F. Hiebsch**
Dipl.-Ing. Dr. oec. Niels Behrmann M.B.A. (NY)
Heinrich-Weber-Platz 1
78224 Singen



Hohlprofil od. dgl. Werkstück sowie Verfahren zu seiner
Herstellung

Die Erfindung betrifft ein Hohlprofil od. dgl. Werkstück mit zumindest einem Profilhohlraum, der von -- mit einander zugeordneten Endabschnitten -- Eckbereiche bildenden Wänden begrenzt ist, insbesondere Hohlprofil aus einer Metalllegierung nach dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruches. Zudem erfasst die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen des Hohlprofils.

Dem Stande der Technik sind rohrförmige bzw. hohlprofilartige Deformationselemente zur Aufnahme von auf diese stirnseitig einwirkender Aufprallenergie zu entnehmen; die Absorption der Aufprallenergie geschieht durch gleichmäßiges Falten der Profilwände beim Stauchen des Deformationselements. So beschreibt beispielsweise die CH-A 691 731 ein Fahrzeug mit einer Stoßstange, welche über Deformationselemente an Fahrzeuglängsträgern befestigt ist. Die Deformationselemente bestehen aus Mehrkammerhohlprofilen, mit wenigstens einem längslaufenden Innensteg. Ein Teil der Aufprallenergie wird durch die balgförmige Faltenbildung beim Stauchen des Deformationselements in Profillängsrichtung absorbiert.

Derartige Deformationselemente sollen eine möglichst hohe spezifische Energieabsorption aufweisen, d.h. es soll möglichst viel Energie je eingesetzte Masseinheit absorbiert werden; nur auf diese Weise kann den Forderungen nach möglichst leichten und gleichzeitig sicheren -- d.h. mit energieabsorbierenden Strukturen ausgerüsteten -- Fahrzeugen entsprochen werden.

In einem anderen Zusammenhang beschreibt die DE 35 32 499 C1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum hydraulischen Aufweiten eines Rohrabschnitts mittels einer in das Rohr einführbaren zapfenartigen zylindrischen Sonde, die dank im Abstand voneinander befindlicher Dichtringe mit dem aufzuweitenden Rohrabschnitt einen Ringraum bildet; dieser wird zum Aufweiten mit Druckmittel gefüllt. Die beiden Dichtringe sind jeweils in einer ringförmigen Aufnahme mit U-förmigen Querschnitts in der Sonde angeordnet und haben im Ausgangszustand beim Einführen der Sonde in das Rohr einen höchstens dem Außendurchmesser der Sonde entsprechenden Außendurchmesser. Vor Beginn des Aufweitungsvorganges werden sie zum Abdichten des entstandenen Ringspaltes zwischen Sonde und Rohr mit Druckmittel beaufschlagt, das den Aufnahmenuten durch eine Druckmittelzuführung mit angeschlossener Verbindungsleitung zugeführt wird. Die Druckmittelzufuhr zum Ringraum geschieht ausschließlich über zumindest eine der Aufnahmenuten und wird durch einen als Ventilkörper dienenden Dichtring gesteuert, der eine zwischen Aufnahme und Ringraum befindliche Öffnung so lange verschließt, bis er durch elastisches Aufweiten seine Dichtwirkung erreicht hat. Jene Aufnahme ist in ihrem dem Ringraum benachbarten Rand mit wenigstens einem schrägen Einschnitt versehen. Wird der Druck im Ringraum zwischen den beiden Dichtungen erhöht, beginnt sich die Rohrwand in diesem Bereich zu weiten.

Beim Kalibrieren führen Ecken oder plötzliche Waddickenänderungen im Werkstück zu ungleichmäßiger Verformung. Auch dehnen sich Wandungen unterschiedlicher Dicke beim Innenhochdruck-Umformen ungleichmäßig aus. Gehen von einer Ecke zwei solch unterschiedliche Wandungen aus, so werden beide Wandungen durch den Innendruck an das Werkzeug gedrückt. Die dickere Wandung bleibt dort fast stehen, während die dünnere Wandung -- geringeren Widerstandsmomentes -- in die Ecke gezogen wird. Dies führt zu einer Verjüngung der dünneren Wandung zum Eckbereich hin.

Um nun eine durch die Bauteilschwächung entstehende Rissgefahr zu unterbinden sowie eine konstante Wanddicke für thermische Verbindungen zu schaffen, wird durch die DE 198 51 326 C1 der Anmelderin vorgeschlagen, an die dickere Wandung der die Ecke bildenden Paarung aus Stirnwand und Seitenwand einen von der Ecke ausgehenden Endabschnitt der dünneren Wandung anzuschließen, dessen Dicke etwa jener der dickeren Wandung entspricht. Die Dicke des Endabschnittes ist konstant, und dieser geht an einer Innenstufe in den dünneren Bereich der dünnen Wandung über. Bei anderen Ausgestaltungen ist ein sich querschnittlich von der dickeren Wandung weg verjüngendes Eck vorgesehen oder ein querschnittlich zwischen der dickeren Wandung und der dünneren Wandung gekrümmter Endabschnitt, der dann bevorzugt eine teilkreisförmige Innenkontur jenes Querschnittes oder eine parabelartige Innenkontur aufweist.

In Kenntnis dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, ein Hohlprofil der eingangs genannten Art zu entwickeln, welches eine höhere spezifische Energieabsorption aufweist als ein herkömmliches Deformationselement. Zudem soll die Bruchsicherheit bei solchen Hohlprofilen während des Umformvorganges sowie bei deren Einsatz verbessert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Patentanspruches; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale.

Erfindungsgemäß vermindert sich die Dicke des an den Eckbereich anschließenden Endabschnitts der Wandung stufenlos zu einer geringeren Dicke, d.h. der Wandquerschnitt verjüngt sich ohne -- mögliche Schwachstellen erzeugende -- Stufen. Dazu haben sich zwei Ausgestaltungen als besonders günstig erwiesen; bei einer ist die Dicke des Endabschnittes der Wandung des Hohlprofils über eine von der Ecke aus-

gehende Länge konstant gehalten, und am Fußpunkt dieses Endabschnitts beginnt der sich stetig verjüngende Wandquerschnitt; im anderen Falle nimmt die Dicke der Wandung von dem einen Eckbereich zum anderen Eckbereich des Hohlprofils konstant ab.

Nach einem anderen Merkmal der Erfindung entspricht die Länge des erwähnten Endabschnitts der Wandung -- insbesondere einer Profilseitenwand -- etwa einem Drittel bis einem Viertel der Wandlänge.

Bevorzugt wird, dass an den sich von einem Eckbereich des Hohlprofils querschnittlich verjüngenden Endabschnitt der Wandung ein sich gegenläufig zu einer größeren Dicke erweiternder Abschnitt der Wandung anschließt. Diese Wandung besteht also aus zwei gegenläufig dicker werdenden Abschnitten; der Übergang zwischen diesen bleibt ohne Stufung und bietet somit die oben erwähnten Vorteile an. Entsprechend kann auch die andere Formgebung eingesetzt werden, wenn einem Wandungsabschnitt mit einem an eine querende Wandung anschließenden Endabschnitt konstanter Dicke und sich von dessen Fußpunkt stetig vermindernder Dicke ein sich querschnittlich gegenläufig zur anderen querenden Wandung erweiternder Wandungsabschnitt angeformt ist; letzterer kann ohne oder mit einem Endabschnitt konstanter Dicke ausgestattet sein.

Bei einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hohlprofils soll die äußere Wandung des Hohlprofils jeweils zwischen zwei Endabschnitten -- zueinander gerichtet -- abnehmender Dicke einen Mittelabschnitt konstanter Dicke aufweisen; diesen flankieren also jene Endabschnitte und ergeben mit ihm erfindungsgemäß eine Außenfläche in einer gemeinsamen Ebene.

Im Rahmen der Erfindung liegt auch, dass zwei -- bevorzugt zueinander etwa parallel verlaufende -- einander gegenüberliegende äußere Wände des Hohlprofils innenseitig durch zumindest eine angeformte Innenwand verbunden sind. Dabei sollen die äußeren Wände mit den Innenwänden mehrere Profilhohlräume begrenzen und die Wandungen jedes Profilraumes jeweils einen Mittelabschnitt konstanter Dicke und beidends dessen Endabschnitt zunehmender Dicke aufweisen.

Des Hohlprofils Außenwände bestimmen nach einem weiteren Merkmal einen rechteckigen Querschnitt, dessen Zentrum der Kreuzungsbereich zweier Innenwände zugeordnet ist. Die querschnittliche Länge des Mittelabschnittes soll dabei etwa der doppelten Querschnittslänge des angeformten Endabschnitts entsprechen.

Vorteilhafterweise nimmt die Wanddicke der Endabschnitte der äußeren Wand zum Eckbereich hin kontinuierlich zu, oder es nimmt die Wanddicke der Endabschnitte der Innenwand zur Außenwand hin kontinuierlich zu, wobei dann eine Wandmittelebene eine Symmetrieebene bildet.

Als günstige Maßgabe wurde gefunden, dass die maximale Wanddicke -- oder die mittlere Wanddicke -- des Profilwand-Endabschnitts zumindest 5 %, vorzugsweise wenigstens 15 % -- und insbesondere mindestens 20 % größer -- sein soll als die Wanddicke des zum Profilwand-Endabschnitt benachbarten Profilwandabschnitts, oder jene maximale bzw. die mittlere Wanddicke des Profilwand-Endabschnitts soll höchstens 200 %, vorzugsweise höchstens 100 % -- insbesondere höchstens 60 % -- größer sein als jene minimale Wanddicke des zum Profilwand-Endabschnitt benachbarten Profilwandabschnitts.

Schließlich ist nach einem anderen Merkmal der Erfindung die Wanddicke des dem Profilwand-Endabschnitt benachbarten Profilwandabschnitts uniform bzw. konstant. Auch soll die Außenfläche der Profilwand eben sein und deren innenliegende Profilwandfläche in den Profilwand-Endabschnitten

eine relativ zur Außenfläche gemessene, die Wanddicke erhöhende Steigung aufweisen.

In jedem Falle ergibt sich ein neuartiges Hohlprofil, das die vom Erfinder gesehene Aufgabe in bestechender Weise zu lösen vermag.

Von besonderer Bedeutung ist für die Erfindung, dass das oben erörterte Hohlprofil durch Erzeugung eines Innenhochdrucks im Profilraum mittels eines strömbaren Wirkmediums umgeformt werden soll, nämlich durch das sog. Innenhochdruck-Umformen (IHU-Verfahren); bei diesem wird das Hohlprofil durch Innendruck ausgedehnt. Zusätzlich kann das Hohlprofil mittels wenigstens eines Stempels nachgeschoben werden, der am Werkstück stirnseitig angreift. Auf diese Weise kann letzteres aufgeweitet, gestaucht bzw. expandiert werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

- Fig. 1: eine Schrägsicht auf ein Einkammer-Hohlprofil etwa rechteckigen Querschnitts;
- Fig. 2: die vergrößerte Frontansicht zu Fig. 1;
- Fig. 3: die Frontansicht zu einem Mehrkammer-Hohlprofil;
- Fig. 4: einen Querschnitt durch ein weiteres Einkammer-Hohlprofil.

Beim sog. Innenhochdruck-Umformen (IHU) wird ein -- aus einer Aluminiumlegierung -- auf dem Wege des Strangpressens erzeugtes Hohlprofil 10 durch einen in seinem Profilraum 12 eingestellten Innendruck aufgeweitet. Dieses Einkammer-Hohlprofil 10 etwa rechteckigen Querschnitts der Breite b und der Höhe h weist zum einen zwei Querwände 14 als Bodenwand bzw. Firstwand sowie zum anderen diese verbindende Seitenwände 16 auf. Deren in sich gerade Außenflächen 15, 17 bestimmen gerundete Profilecken 30, die parallel zur Profillängsachse A verlaufen.

Die entsprechenden Innenflächen 15_i , 17_i der Wände 14, 16 -- der äußeren Länge b bzw. h -- enthalten jeweils einen zur benachbarten Außenfläche 15, 17 parallelen Mittelabschnitt, der einen Wandabschnitt 14_m , 16_m konstanter Dicke e , e_1 und einer Länge a , c bestimmt. An den mittleren Wandabschnitt 14_m , 16_m schließt beidends jeweils ein Endabschnitt 14_e , 16_e konstant zunehmender Dicke f , f_1 an. Die Wanddicken e , e_1 , f , f_1 sind dabei orthogonal zu entsprechenden Profilwandmittelflächen E , E_1 gemessen.

Fig. 3 bietet ein Mehrkammerprofil 11 der Breite b und der Höhe h an mit vier Profilräumen 12; an die Innenflächen 15_i , 17_i der Querwände 14 und der Seitenwände 16 sind -- jeweils mittig -- Innenwände 26, 28 angeformt, die sich im Zentrum Q des Hohlprofils 10_a kreuzen und querschnittlich einen zentralen Kreuzungsbereich 27 bilden. Die beiden Querschnittsbalken dieses symmetrischen Kreuzes stellen die Innenwände der vier Profilkammern oder -räume 12 dar, deren Außenbegrenzung durch die Außenwände 14, 16 gegeben ist.

Die von den Querwänden 14 sowie den Seitenwänden 16 gebildeten Außenwände weisen auch hier zwischen den Profilecken 30 in sich ebene Außenflächen 15, 17 auf. Bei dieser Ausgestaltung ist jeder der einen der Profilinnenräume 12 begrenzenden Wandabschnitte so aufgebaut, wie dies zu Fig. 2 anhand der Mittelabschnitte 14_m , 16_m -- hier einer Länge a_1 bzw. c_1 -- und der Endabschnitte 14_e , 16_e beschrieben ist. Ebenfalls sind die inneren Profil- oder Innenwände 26, 28 -- entsprechend den oben beschriebenen Außenwänden 14, 16 -- in mit Profilwand-Mittelabschnitte 26_m , 28_m der Längen n , n_1 und konstanter Dicke g , g_1 sowie Profilwand-Endabschnitte 26_e , 28_e zunehmender Dicke i , i_1 gegliedert. Für letztere bildet eine Wandmittelebene M , M_1 eine Symmetrieebene, d. h. die Endabschnitte 26_e , 28_e erweitern sich -- zu den angeformten Außenwänden 14, 16 hin -- querschnittlich konisch.

Die dem erwähnten Zentrum Q nahen Profilwand-Endabschnitte 26_e , 28_e der inneren Profilwände 26, 28 bilden jenen zentralen Kreuzungs- oder Knotenbereich 27. Die anderen Profilwand-Endabschnitte 26_e , 28_e der inneren Profilwände 26, 28 stellen ferner in den Anformbereichen zu den äußeren Profilwänden 14, 16 äußere Knotenbereiche 32, 34 dar.

Das Hohlprofil 10_a der Fig. 4 ist ebenfalls ein Einkammerprofil und weist als obere Querwand 18 eine Stirn- oder Firstwand einer konstanten Wanddicke e_2 von $3 \pm 0,2$ mm auf, der in einem äußeren Abstand q von hier etwa 75 mm eine

Bodenwand als untere Querwand 14 geringerer konstanter Dicke e_3 parallel gegenüberliegt. Beiden ist eine zu ihnen rechtwinkelig verlaufende Seitenwand 20 angeformt. Die Gesamtlänge h_1 dieser einends mittels einer Außenrippe 19 verlängerten Seitenwand 20 misst hier etwa 95 mm. Der besseren Übersicht halber ist ein zur Firstwand 18 sowie zur Seitenwand 20 paralleles Koordinatenkreuz X, Y in der Zeichnung angedeutet.

Die Bodenwand 14 ist mit etwa 51 mm von geringerer Länge t als die Firstwand 18, deren Länge t_1 etwa 58 mm misst, so dass die zweite Seitenwand 22 des Hohlprofils 10_a in einem Außenwinkel w von etwa 85° zur Ebene der kürzeren Bodenwand 14 geneigt ist. In den an die Firstwand 18 anschließenden -- mit ihr eine obere Profilecke 39 bildenden -- Endabschnitt 22_e einer Länge q_1 von 15 mm der geneigten Seitenwand 22 beträgt deren konstante Wanddicke y $2,0 \pm 0,2$ mm. An den Fußpunkt 24 des Endabschnitts 22_e schließt eine zur Außenfläche 23 der Seitenwand 22 geneigte Innenfläche 23_i dieser Seitenwand 22 an, die nahe der unteren Profilecke 30_t eine Wanddicke z von $2,0 \pm 0,2$ mm bestimmt.

Die Innenfläche 21_i der in der Zeichnung linken Seitenwand 20 ist insgesamt von deren oberen -- der Firstwand 18 benachbarten -- Bereich der Wanddicke y_1 zu deren unteren Profilecke 30_t -- und damit zur Außenfläche 21 dieser Seitenwand 20 -- geneigt. An dieser misst die bodenwärtige Wanddicke z_1 ebenfalls $2,0 \pm 0,2$ mm.

Der Übergang zwischen dem Endabschnitt 22_e der Seitenwand 22 und der Firstwand 18 ist im übrigen ebenso gerundet wie der Übergang der Firstwand 18 in die andere Seitenwand 20.

Die unterschiedliche Querschnittsgestaltung der in Fig. 4 linken Seitenwand 20 zum einen und der den Endabschnitt 22_e aufweisenden rechten Seitenwand 22 zum anderen ist in der Zeichnung beispielhaft gemeinsam an einem Hohlprofil 10_a erläutert. Es ist jedoch auch möglich, die eine oder die

andere Formgebung bei beiden einander gegenüberliegenden Wänden 20, 22 eines Hohlprofils vorzunehmen.

Nicht dargestellt ist zudem eine andere Ausgestaltung des Hohlprofils, bei der die in Fig. 4 der Zeichnung dargestellte Querschnittsform der Seitenwand 20 oder 22 in einem fortsetzenden Teil der Seitenwand gegenläufig ist, dass sich also die Seitenwand von der geringen Dicke z wieder stufenlos zur größeren Dicke y_1 erweitert. In diese Formgebung kann auch ein zweiter Endabschnitt konstanter Dicke y einbezogen werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Hohlprofil od.dgl. Werkstück mit zumindest einem Profilhohlraum (12), der von miteinander zugeordneten Endabschnitten (14_e , 16_e , 22_e) Eckbereiche (30) bildenden Wänden (14, 16, 18, 20, 22) begrenzt ist, insbesondere Hohlprofil (10, 10_a , 11) aus einer Metalllegierung, wobei die Wände zumindest teilweise unterschiedliche Dicken ihres Querschnitts aufweisen,

dadurch gekennzeichnet,

dass sich die Dicke (f , f_1 , y , y_1) des Endabschnitts (14_e , 16_e , 20) der Wandung (14, 16, 20) stufenlos zu einer geringeren Dicke (e , e_1 , z_1) vermindert.

2. Hohlprofil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke (y) des Endabschnitts (22_e) der Wandung (22) des Hohlprofils (10_a) über eine von der Ecke (30) ausgehende Länge (q_1) konstant gehalten und am Fußpunkt (24) des Endabschnitts der sich verjüngende Wandquerschnitt angesetzt ist (Fig. 4).

3. Hohlprofil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wandung (16) von dem einen Eckbereich (30; Dicke y_1) zum anderen Eckbereich (30_t , Dicke z_1) des Hohlprofils (10_a) konstant vermindert.

4. Hohlprofil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (q_1) des Endabschnittes (22_e) der dünneren Wandung (22) etwa einem Drittel bis einem Viertel der Wandlänge (q) entspricht.

5. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass an den sich von einem Eckbereich (30) des Hohlprofils (10, 10_a , 11) querschnittlich verjüngenden Endabschnitt (14_e , 16_e) der Wandung (14, 16,

20) ein sich gegenläufig zu einer größeren Dicke (y , y_1) erweiternder Abschnitt der Wandung anschließt.

6. Hohlprofil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass einem Wandungsabschnitt mit einem an eine querende Wandung (18) anschließenden Endabschnitt (22_e) konstanter Dicke (y) und sich von dessen Fußpunkt (24) stetig vermindernder Dicke (z) ein sich querschnittlich gegenläufig zur anderen querenden Wandung (14) erweiternder Wandungsabschnitt angeformt ist.

7. Hohlprofil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zur anderen querenden Wandung (14) sich erweiternde Wandung (22) mit einem Endabschnitt (22_e) konstanter Dicke (y) versehen ist.

8. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Wandung (14, 16) des Hohlprofils (10) jeweils zwischen zwei Endabschnitten (14_e , 16_e) zueinander abnehmender Dicke (f , f_1) einen Mittelabschnitt (14_m , 16_m) konstanter Dicke (e , e_1) aufweist.

9. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei einander gegenüberliegende äußere Wände (14/14; 16/16) des Hohlprofils (11) innen-seitig durch zumindest eine angeformte Innenwand (28, 26) verbunden sind (Fig. 3).

10. Hohlprofil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die einander gegenüberliegenden Wände (14/14; 16/16) zueinander etwa parallel verlaufen.

11. Hohlprofil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Wände (14, 16) mit den Innenwänden (26, 28) mehrere Profilhohlräume (12) begrenzen und die Wandungen jedes Profilraumes jeweils einen Mittelabschnitt (14_m , 16_m , 26_m , 28_m) konstanter

Dicke (e, e_1, g, g_1) und beidends dessen einen Endabschnitt ($14_e, 16_e, 26_e, 28_e$) zunehmender Dicke (f, f_1, g, g_1) aufweisen.

12. Hohlprofil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass seine Außenwände (14, 16) einen rechteckigen Querschnitt bestimmen und dessen Zentrum (Q) der Kreuzungsbereich (27) zweier Innenwände (26, 28) zugeordnet ist.
13. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die querschnittliche Länge (a_1, c_1) des Mittelabschnittes ($14_m, 16_m, 26_m, 28_m$) etwa der doppelten Querschnittslänge des angeformten Endabschnitts ($14_e, 16_e, 26_e, 28_e$) entspricht.
14. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Wanddicke (f, f_1) der Endabschnitte ($14_e, 16_e$) der äußeren Wand (14, 16) zum Eckbereich (30) hin kontinuierlich zunimmt.
15. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Wanddicke (i, i_1) der Endabschnitte ($26_e, 28_e$) der Innenwand (26, 28) zur Außenwand (14, 16) hin kontinuierlich zunimmt, wobei eine Wandmittelebene (M, M_1) eine Symmetrieebene bildet.
16. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Wanddicke (f, f_1, i, i_1) des Profilwand-Endabschnitts ($14_e, 16_e, 26_e, 28_e$) zumindest 5 %, vorzugsweise wenigstens 15 %, insbesondere mindestens 20 % größer ist als die Wanddicke (e, e_1, g, g_1) des zum Profilwand-Endabschnitt benachbarten Profilwandabschnitts ($14_m, 16_m, 26_m, 28_m$).

17. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Wanddicke (f , f_1 , i , i_1) des Profilwand-Endabschnitts (14_e , 16_e , 26_e , 28_e) höchstens 200 %, vorzugsweise höchstens 100 %, insbesondere höchstens 60 % größer ist als die Wanddicke (e , e_1 , g , g_1) des zum Profilwand-Endabschnitt benachbarten Profilwandabschnitts (14_m , 16_m , 26_m , 28_m).
18. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Wanddicke (f , f_1 , i , i_1) des Profilwand-Endabschnitts (14_e , 16_e , 26_e , 28_e) zumindest 5 %, vorzugsweise wenigstens 15 %, insbesondere mindestens 20 % größer ist als die mittlere Wanddicke (e , e_1 , g , g_1) des Profilwand-Endabschnitt benachbarten Profilwandabschnitts (14_m , 16_m , 26_m , 28_m).
19. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Wanddicke (f , f_1 , i , i_1) des Profilwand-Endabschnitts (14_e , 16_e , 26_e , 28_e) höchstens 200 %, vorzugsweise höchstens 100 %, insbesondere höchstens 60 % größer ist als die mittlere Wanddicke (e , e_1 , g , g_1) des zum Profilwand-Endabschnitt benachbarten Profilwandabschnitts (14_m , 16_m , 26_m , 28_m).
20. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 8 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Wanddicke (e , e_1 , g , g_1) des dem Profilwand-Endabschnitt (14_e , 16_e , 26_e , 28_e) benachbarten Profilwandabschnitts (14_m , 16_m , 26_m , 28_m) uniform ist.
21. Hohlprofil nach einem der Ansprüche 8 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenfläche (15 , 17) der Profilwand (14 , 16) eben ist und deren innenliegende Profilwandfläche (15_i , 17_i) in den Profilwand-Endabschnitten (14_e , 16_e) eine relativ zur Außenfläche (15 , 17) gemessene, die Wanddicke (f , f_1) erhöhende Steigung aufweist.

22. Verfahren zum Umformen eines Hohlprofils nach einem der voraufgehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformung durch Erzeugung eines Innenhochdrucks im Profilraum mittels eines strömbareren Wirkmediums durchgeführt wird.

Fig. 1 is a perspective view of a rectangular block 10. The block has a rectangular opening 12 on its front face. The opening 12 is defined by a diagonal line 16i and a dashed line 16. The block has a width 14 and a height h. A dashed line A is shown on the top surface of the block. The block is labeled 10, and the opening is labeled 12. The width is labeled 14, and the height is labeled h. The diagonal line is labeled 16i, and the dashed line is labeled 16. The top surface is labeled 14, and the front face is labeled 12.

[illegible]

